

明 細 書

アクチュエータ

技術分野

この発明は、ケースの内部で移動自在な移動子、磁力によりこの移動子を駆動する固定子とを備えたアクチュエータに関し、特に、高真空や高温環境下での使用に好適なアクチュエータに関する。

背景技術

真空ポンプやターボ分子ポンプなどの駆動源に用いられるアクチュエータとして、真空モータが知られている。真空モータは、回転体とこの回転体を回転駆動するための電磁石からなるステータとを備えている。電磁石は、周知のごとく、鉄心の周囲に磁気コイルを巻回して形成されている。そして、電磁石を形成する鉄心には、渦電流の防止と吸引力強化のため、積層鋼板が使われている。積層鋼板は、複数枚の薄厚鋼板を樹脂製接着剤によって接着した構成である。

さて、真空モータは、ケースの内部を高真空雰囲気とする必要がある。しかし、従来の真空モータは、このケースの内部に、回転体とステータとが配設されており（例えば、特開平10-288191号公報参照）、しかもステータを構成する電磁石の鉄心に積層鋼板が用いられていたため、この積層鋼板にサンドイッチされた樹脂製接着剤から放出されるガスの影響により、ケース内を高真空雰囲気とすることが困難であった。

さらに、真空モータを高温下で運転する必要がある場合は、積層鋼板にサンドイッチされた樹脂製接着剤から多量のガスが放出されるため、いっそう高真空雰囲気を形成することが困難であった。

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、ケース内を高真空雰囲気に形

成することができ、しかも高温下での運転にも十分な耐久性を保持することができるアクチュエータの提供を目的とする。

発明の開示

本発明は、ケースと、このケースの内部で移動自在な移動体と、磁力により移動体を駆動するステータとを備えたアクチュエータにおいて、

ステータは、

ケースの外部に装着された鉄心と当該鉄心に巻回された磁気コイルとを含み、磁極を構成する鉄心の少なくとも端面が非積層強磁性体で形成され、かつケースの内壁の一部を形成するように当該ケースの内面に露出していることを特徴とする。

ここで、移動体は、ケースの内部で回転自在に支持された回転体で構成することができる。その場合、ステータは、回転体を回転駆動するように周方向に一定間隔をおいてケースに配設する。

ステータをケースの外部に配設することで、ステータを構成する鉄心が積層鋼板で形成されていても、積層鋼板からの放出ガスの影響を受けることなく、ケース内を高真空雰囲気とすることができる。

しかし、ステータをケースの外部に配設しただけでは、回転体との間の間隔が広がってしまい、回転体を駆動するために必要な磁力が弱まり、十分なトルクが得られないおそれがある。

そこで、本発明は、磁極を構成する鉄心の少なくとも端面を非積層強磁性体で形成し、さらにこの鉄心の端面をケースの内面に露出させることで、回転体との間の間隔を狭めている。これにより、強力な磁力を得ることができ、十分に大きなトルクをもって回転体を回転駆動することが可能となる。鉄心の端面は、非積層強磁性体で形成してあるので、ケースの内面に露出させても当該部位からガスが放出されることはない。しかも非積層強磁性体で形成した鉄心は、高温下や温度変化の激しい環境下においても高い耐久性、耐食性を保持することができる。

また、移動体を非接触にて移動自在に支持する磁気軸受を備えたアクチュエータにおいては、磁気軸受についても上記ステータと同様の構成を適用することが好ましい。

磁気軸受は、軸受用電磁石と、移動体における軸受用電磁石の磁極と対向する部位に設けられた軸受用強磁性体部とを備えている。

軸受用電磁石は、

ケースの外部に装着された鉄心と当該鉄心に巻回された磁気コイルとを含み、

磁極を構成する鉄心の少なくとも端面が非積層強磁性体で形成され、ケースの内壁の一部を形成するように当該ケースの内面に露出した構成とする。

これにより、磁気軸受を構成する鉄心が積層鋼板で形成されていても、積層鋼板からの放出ガスの影響を受けることなく、ケース内を高真空雰囲気とすることができ。

そして、磁極を構成する鉄心の端面を少なくとも非積層強磁性体で形成し、さらにこの鉄心の端面をケースの内面に露出することで、移動体に設けられた軸受用強磁性体部との間の間隔を狭めている。これにより、強力な磁力をもって移動体を非接触で支持することが可能となる。ここでも、鉄心の端面は、非積層強磁性体で形成してあるので、ケースの内面に露出させても当該部位からガスが放出されることはない。しかも非積層強磁性体で形成した鉄心は、高温下や温度変化の激しい環境下においても高い耐久性、耐食性を保持することができる。

さらに、磁気軸受は、軸受用強磁性体部を塊状の非積層強磁性体で形成することが好ましい。軸受用強磁性体部に積層鋼板を用いることなく、塊状の非積層強磁性体で形成することにより、ケース内にガスの放出源がなくなり、ケース内を高真空雰囲気とすることができる。

このように、軸受用強磁性体部を塊状の非積層強磁性体で形成しても、軸受用電磁石を形成する鉄心の端面をケースの内面に露出させて、軸受用強磁性体部との間隔を狭めているので、それらの部材間に強力な磁力を生じさせることが可能である。

ここで、移動体がケースの内部で回転自在に支持された回転体の場合には、軸受用電磁石と軸受用強磁性体部とを、次のように構成することが好ましい。

すなわち、軸受用電磁石は、回転体を軸方向に支持するスラスト電磁石と、回転体を径方向に支持するラジアル電磁石とを含む構成とする。

また、軸受用強磁性体部は、スラスト電磁石の磁極と対向する部位に設けられたスラスト強磁性体部と、ラジアル電磁石の磁極と対向する部位に設けられたラジアル強磁性体部とを含む構成とする。

このように構成することで、回転体をスラスト方向（軸方向）とラジアル方向（径方向）のそれぞれに非接触にて支持することができ、摩擦による金属粉の飛散がなく高真空雰囲気を持続させることが可能となる。

ここで、回転体には、各軸受用強磁性体部の間に非磁性体を介在させることが好ましい。

各軸受用強磁性体部を電磁的に遮断することなく隣接させた場合、相互に隣接する軸受用強磁性体部から磁力線の干渉が発生して、磁力が低下してしまうおそれがある。そこで、各軸受用強磁性体部の間に非磁性体を介在させることで、各軸受用強磁性体部を磁氣的に遮断してこの種の弊害を回避することができる。

さらに、ラジアル電磁石は、回転体の異なる2箇所を径方向に支持する第1、第2ラジアル電磁石を含み、

ラジアル強磁性体部は、第1ラジアル電磁石の磁極と対向する部位に設けられた第1ラジアル強磁性体部と、第2ラジアル電磁石の磁極と対向する部位に設けられた第2ラジアル強磁性体部とを含む構成とすることが好ましい。

これにより回転体の傾きを防止して常に一定の姿勢で回転体を支持することが可能となる。

ここで、回転体は、径方向に複数の磁極が突出したロータ部と、このロータ部と同軸上で軸方向に延びる回転軸部とを含み、回転軸部を非磁性体で形成し、

第1ラジアル強磁性体部を、回転軸部の軸方向一端部に設けるとともに、第2ラ

ジアル強磁性体部を、回転軸部の軸方向他端部に設けることが好ましい。

この構成により、ロータ部と各ラジアル強磁性体部とを、非磁性体の回転軸部によって磁氣的に遮断することができ、簡単な構成で磁力線の干渉を回避することが可能となる。

さらに、回転体のロータ部を塊状の非積層強磁性体で形成するとともに、スラスト強磁性体部をロータ部と一体形成すれば、スラスト強磁性体部を別個に設ける必要がなくなり、構成が簡素化されて製作コストの低価格化を実現することができる。

また、各ラジアル電磁石は、それぞれ回転体の周囲に一定間隔をおいて複数設置することになる。ここで、各ラジアル電磁石の鉄心が磁極となる複数の端面を有する場合、これら各端面は軸方向に配置することが好ましい。

このような配置とすれば、ラジアル電磁石の鉄心の端面から放出される磁力線が、隣接するラジアル電磁石の鉄心の端面から放出される磁力線と干渉して磁力が不安定となる弊害を回避することができる。

上述したように、本発明によれば、ケース内を高真空雰囲気形成することができ、しかも高温下や温度変化の激しい環境下においても十分な耐久性、耐食性を保持することができる。

上述した構成において、移動体は、ケースの内部で直線移動自在な構成としてもよく、またステータは、移動体を直線的に駆動するように当該移動方向へ一定間隔をおいてケースに配設してもよい。

図面の簡単な説明

図1は、本発明を回転式のモータ装置に適用した実施形態を示す断面正面図である。

図2は、回転体の構成を示す一部断面正面図である。

図3は、ケースとそこに装着された部品を示す正面断面図である。

図4は、ロータ部およびステータの鉄心に関する図1のA-A線断面図である。

図5は、第1ラジアル強磁性体部および第1ラジアル電磁石の鉄心に関する図1のB-B線断面図である。

図6は、本発明をリニアモータに適用した実施形態を示す断面正面図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明に係る好ましい実施の形態について図面を参照しながら説明する。

図1は本発明を回転式のモータ装置に適用した実施形態を示す断面正面図である。図2および図3はそれぞれ図1に示したモータ装置の構成要素を示す図で、図2は回転体の構成を示す一部断面正面図である。図3はケースとそこに装着された部品を示す正面断面図である。

これらの図面に示すモータ装置は、高温下で運転される真空モータに好適な構成を備えている。

モータ装置は、ケース100と、このケース100の内部で回転自在に支持された回転体200とを備えている。

回転体200は、図2に示すように、非磁性体からなる丸棒状の回転軸部210と、そのほぼ中央に装着された円盤状のロータ部220と備えており、回転軸部210の一端部側には、環状の第1ラジアル強磁性体部230が外嵌固定されている。また、回転軸部210の他端部側には、環状の第2ラジアル強磁性体部240が外嵌固定されている。そして、ロータ部220と各ラジアル強磁性体部230、240の間には、非磁性体からなる回転軸部210又は環状の非磁性体211が介在している。

この構成により、ロータ部220と各ラジアル強磁性体部230、240とを、非磁性体の回転軸部210や環状の非磁性体211によって磁氣的に遮断することができ、簡単な構成で磁力線の干渉を回避することが可能となる。

ロータ部220は、塊状の非積層強磁性体で形成してある。このロータ部220は、図4に示すように、径方向に複数の磁極220aが突出して形成されており、

これら磁極の内側（中心寄り）の部分がスラスト強磁性体部 2 2 1 を形成している。

ケース 1 0 0 は、内部が中空となっており、その中空部内に回転体 2 0 0 が収容される（図 1 参照）。ケース 1 0 0 の外部には、図 3 に示すように、ステータ 1 1 0 が設けられ、さらにスラスト電磁石 1 2 0、第 1 ラジアル電磁石 1 3 0、第 2 ラジアル電磁石 1 4 0 の各軸受用電磁石が設けられている。さらに、適所に回転体 2 0 0 との間の間隔を検出するための非接触センサ 1 5 0、1 5 1、1 5 2 が設けられている。これら非接触センサとしては、例えば、渦電流センサ、静電容量センサ、光学式センサなどを適用することができる。

ここで、ロータ部 2 2 0 とステータ 1 1 0 は、回転体 2 0 0 を磁力によって回転駆動するための回転駆動部を形成している。ステータ 1 1 0 は、U 字状の鉄心 1 1 1 と、この鉄心 1 1 1 の各腕部に巻回された電磁コイル 1 1 2 とで構成された電磁石である。鉄心 1 1 1 は、複数枚の薄厚鋼板を積層してなる積層鋼板で形成しており、その端面には非積層強磁性体の薄板 1 1 3 が貼り付けてある（図 3 参照）。そして、この非積層強磁性体の薄板 1 1 3 が貼り付けられた鉄心 1 1 1 の端面を、ケース 1 0 0 の内面に露出させるようにして、ケース 1 0 0 の外部にステータ 1 1 0 が装着されている。ここで、鉄心 1 1 1 の端面は、ケース 1 0 0 の内壁の一部を形成する。

ステータ 1 1 0 をケース 1 0 0 の外部に配設することで、ステータ 1 1 0 を構成する鉄心 1 1 1 が積層鋼板で形成されていても、積層鋼板からの放出ガスの影響を受けることなく、ケース 1 0 0 内を高真空雰囲気とすることができる。さらに、鉄心 1 1 1 の端面をケース 1 0 0 の内面に露出させることで、回転体 2 0 0 との間の間隔を狭め、強力な磁力を得ることができる。

ステータ 1 1 0 は、図 4 に示すように、ロータ部 2 2 0 の周囲で等間隔をおいて複数個（図 4 では 1 2 個）配設されている。これら各ステータ 1 1 0 の鉄心 1 1 1 が有する 2 つの端面は、軸方向に沿って配置してある。このような配置とすれば、各ステータ 1 1 0 の鉄心 1 1 1 の端面から放出される磁力線 a が、隣接するステー

タ 1 1 0 の鉄心から放出される磁力線 a と干渉して磁力が不安定となる弊害を回避することができる。

ロータ部 2 2 0 とステータ 1 1 0 は、スイッチトリラクタンスモータ (Switched Reluctance Motor; S R モータ) の動作原理をもって、回転体 2 0 0 を回転駆動する。すなわち、ステータ 1 1 0 の電磁コイル 1 1 2 に電流を流すと、鉄心 1 1 1 の端面が磁極となり、一方の端面から磁力線 a が発生する (図 1 参照)。この磁力線 a は、ロータ部 2 2 0 の外周に突出形成された磁極 2 2 0 a を通って、鉄心 1 1 1 の他方の端面に帰還するループを描く。この磁力線 a によって、ロータ部 2 2 0 の磁極 2 2 0 a が吸引されて、ステータ 1 1 0 の鉄心 1 1 1 の端面に近づいていく。複数のステータ 1 1 0 の各電磁コイル 1 1 2 に流す電流を制御することで、逐次、周方向にロータ部 2 2 0 の吸引力を移動させることができ、これにより回転体 2 0 0 を回転させることができる。

スラスト電磁石 1 2 0 とスラスト強磁性体部 2 2 1、第 1 ラジアル電磁石 1 3 0 と第 1 ラジアル強磁性体部 2 3 0、そして、第 2 ラジアル電磁石 1 4 0 と第 2 ラジアル強磁性体部 2 4 0 は、互いに対になって磁気軸受を構成している。すなわち、スラスト電磁石 1 2 0 とスラスト強磁性体部 2 2 1 は、回転体 2 0 0 を軸方向 (上方) へ磁気浮上させる機能を有しており、第 1 ラジアル電磁石 1 3 0 と第 1 ラジアル強磁性体部 2 3 0 は、回転体 2 0 0 の一端部を径方向に非接触で支持する機能を有しており、そして第 2 ラジアル電磁石 1 4 0 と第 2 ラジアル強磁性体部 2 4 0 は、回転体 2 0 0 の他端部を径方向に非接触で支持する機能を有している。

スラスト電磁石 1 2 0 は、回転体 2 0 0 のロータ部 2 2 0 に一体形成したスラスト強磁性体部 2 2 1 を上下方向から挟むように、ケース 1 0 0 の軸方向中間部に一对設けられている (図 1 参照)。

本実施形態では、図 3 に示すように、スラスト電磁石 1 2 0 を、塊状の非積層強磁性体からなる環状の鉄心 1 2 1 と、この鉄心 1 2 1 の中間部に形成した環状の凹部 1 2 1 a 内に巻回した磁気コイル 1 2 2 とで構成してある。鉄心 1 2 1 および磁

気コイル１２２は、ケース１００と同軸状に設けてある。そして、鉄心１２１はケース１００の一部を構成している。一对のスラスト電磁石１２０は、鉄心１２１の端面がケース１００の内壁を形成しており、それら鉄心１２１の端面が、スラスト強磁性体部２２１に対して上下方向から対向している。なお、磁気コイル１２２が巻回された鉄心１２１の凹部１２１ａは、その開口部に非磁性体１２３が装着しており、この非磁性体１２３によって磁気コイル１２２がケース１００の中空部から隔離されている。

各スラスト電磁石１２０の磁気コイル１２２に電流を流すと、鉄心１２１の端面が磁極となって磁力線aが発生する（図１参照）。この磁力線aによって、回転体２００のロータ部２２０に一体形成したスラスト強磁性体部２２１が、上下両方向から吸引されてその中間部に磁気浮上する。回転体２００の上下位置は、非接触センサ１５０によって監視されており、この非接触センサ１５０からの検出信号をフィードバックして、回転体２００が磁気浮上状態を保つように磁気コイル１２２へ流す電流が制御される。

第１ラジアル電磁石１３０は、図３に示すように、Ｕ字状の鉄心１３１と、この鉄心の各腕部に巻回された電磁コイル１３２とで構成してある。鉄心は、複数枚の薄厚鋼板を積層してなる積層鋼板で形成しており、その端面には非積層強磁性体の薄板１３３が貼り付けてある。そして、この非積層強磁性体の薄板１３３が貼り付けられた鉄心１３１の端面を、ケース１００の内面に露出させるようにして、ケース１００の外部に第１ラジアル電磁石１３０が装着されている。ここで、鉄心１３１の端面は、ケース１００の内壁の一部を形成する。

このように、第１ラジアル電磁石１３０をケース１００の外部に配設することで、第１ラジアル電磁石１３０を構成する鉄心１３１が積層鋼板で形成されていても、積層鋼板からの放出ガスの影響を受けることなく、ケース１００内を高真空雰囲気とすることができる。さらに、鉄心１３１の端面をケース１００の内面に露出させることで、回転体２００との間の間隔を狭まり、強力な磁力を得ることができる。

第1ラジアル電磁石130は、図5に示すように、回転体200の回転軸部210に外嵌した第1ラジアル強磁性体部230の周囲で等間隔をおいて複数個（図5では4個）配設されている。各第1ラジアル電磁石130の鉄心131の端面は、第1ラジアル強磁性体部230と対向している。

ここで、各第1ラジアル電磁石130の鉄心131が有する2つの端面は、軸方向に並べて配置してある。このような配置とすれば、各第1ラジアル電磁石130の鉄心131の端面から放出される磁力線aが、隣接する第1ラジアル電磁石130の鉄心131から放出される磁力線aと干渉して磁力が不安定となる弊害を回避することができる。

各第1ラジアル電磁石130の磁気コイル132に電流を流すと、鉄心131の端面が磁極となって磁力線aが発生する（図1参照）。この磁力線aによって、回転体200の回転軸部210に外嵌した第1ラジアル強磁性体部230が、径方向から吸引されてその中間部に非接触にて支持される。回転体200の一端部の傾きは、非接触センサ151によって監視されており、この非接触センサ151からの検出信号をフィードバックして、回転体200の一端部が軸中心位置を保つように磁気コイル132へ流す電流が制御される。

第2ラジアル電磁石140も、第1ラジアル電磁石130と同様に、U字状の鉄心141と、この鉄心141の各腕部に巻回された電磁コイル142とで構成してある。鉄心141は、複数枚の薄厚鋼板を積層してなる積層鋼板で形成してあり、その端面には非積層強磁性体の薄板143が貼り付けてある。そして、この非積層強磁性体の薄板143が貼り付けられた鉄心141の端面を、ケース100の内面に露出させるようにして、ケース100の外部に第2ラジアル電磁石140が装着されている。ここで、鉄心141の端面は、ケース100の内壁の一部を形成する。

このように、第2ラジアル電磁石140をケース100の外部に配設することで、第2ラジアル電磁石140を構成する鉄心141が積層鋼板で形成されていても、積層鋼板からの放出ガスの影響を受けることなく、ケース100内を高真空雰囲気

とすることができる。さらに、鉄心141の端面をケース100の内面に露出させることで、回転体200との間の間隔を狭まり、強力な磁力を得ることができる。

第2ラジアル電磁石140も、回転体200の回転軸部210に外嵌した第2ラジアル強磁性体部240の周囲で等間隔をおいて複数個（本実施形態では、第1ラジアル電磁石130と同様に4個）配設されている。各第2ラジアル電磁石140の鉄心141の端面は、第2ラジアル強磁性体部240と対向している。

ここでも、各第2ラジアル電磁石140の鉄心141が有する2つの端面は、軸方向に並べて配置してある。このような配置とすれば、各第2ラジアル電磁石140の鉄心141の端面から放出される磁力線aが、隣接する第2ラジアル電磁石140の鉄心141から放出される磁力線aと干渉して磁力が不安定となる弊害を回避することができる。

各第2ラジアル電磁石140の磁気コイル142に電流を流すと、鉄心141の端面が磁極となって磁力線aが発生する（図1参照）。この磁力線aによって、回転体200の回転軸部210に外嵌した第2ラジアル強磁性体部240が、径方向から吸引されてその中間部に非接触にて支持される。回転体200の他端部の傾きは、非接触センサ152によって監視されており、この非接触センサ152からの検出信号をフィードバックして、回転体200の他端部が軸中心位置を保つように磁気コイル142へ流す電流が制御される。

上述した実施形態において、ロータ部220、ステータ110の鉄心111の端面に貼り付けた薄板113、スラスト電磁石120の鉄心121、第1、第2ラジアル強磁性体部230、240は、非積層強磁性体で形成したが、これら各部材に好適な非積層強磁性体としては、JIS規格（日本工業規格）で400番台が付されたステンレス（電磁ステンレス）がある。この他にも、純鉄、鋼、パーメンジュール(Fe50/Co50)等の合金、フェライトなどを適用することも可能である。ただし、透磁率が高く、耐食性に優れ、渦電流特性が良好で、ガス吸着性が低いという点において、上記電磁ステンレスがもっとも好ましい。

〔その他の実施形態〕

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。

例えば、本発明はステッピングモータ等のモータ装置にも適応が可能である。

また、渦電流特性および吸引力の低下は否めないものの、必要に応じてステータ 110、第1ラジアル電磁石 130、第2ラジアル電磁石 140の各鉄心を、塊状の非積層強磁性体で構成することも可能である。

上記実施形態では、スラスト強磁性体部 221をロータ部 220と一体に形成したが、これらを別の部材としてスラスト強磁性体部を別所に設けることもできる。

また、上記構成のスラスト電磁石 120、およびスラスト強磁性体部 221のみを利用して、移動体（回転体 200に相当）を磁気浮上させるアクチュエータを構成することもできる。

図6は、本発明をリニアモータに適用した他の実施形態を示す断面図である。なお、図6に示す実施形態において、先に示した実施形態と同一部分又は相当する部分には同一符号を付すこととし、その部分の詳細な説明は省略する。

図6に示すリニアモータは、ケース 100と、このケース 100の内部で長手方向に直線的に移動自在な移動体 200とを備えている。

移動体 200は強磁性体からなり、その外周面には一定間隔毎に複数の磁極 220aが突出して形成されている。

一方、ケース 100は内部が中空となっており、その中空部内に移動体 200が収容される。ケース 100の外部には、長手方向に一定間隔をおいて複数のステータ 110が設けられている。

ここで、移動体 200の磁極 220aとステータ 110は、移動体 200を磁力 220aによって直線的に駆動するための駆動部を形成している。ステータ 110は、U字状の鉄心 111と、この鉄心 111の各腕部に巻回された電磁コイル（図

示せず)とで構成された電磁石である。鉄心111は、複数枚の薄厚鋼板を積層してなる積層鋼板で形成してあり、その端面には非積層強磁性体の薄板113が貼り付けてある。

そして、この非積層強磁性体の薄板113が貼り付けられた鉄心111の端面を、ケース100の内面に露出させるようにして、ケース100の外部にステータ110が装着されている。ここで、鉄心111の端面は、ケース100の内壁の一部を形成する。

ステータ110をケース100の外部に配設することで、ステータ110を構成する鉄心111が積層鋼板で形成されていても、積層鋼板からの放出ガスの影響を受けることなく、ケース100内を高真空雰囲気とすることができる。さらに、鉄心111の端面をケース100の内面に露出させることで、移動体200との間の間隔を狭め、強力な磁力を得ることができる。

ステータ110の電磁コイル(図示せず)に電流を流すと、鉄心111の端面が磁極となり、一方の端面から磁力線が発生する。この磁力線は、移動体200の外周に突出形成された磁極220aを通して、鉄心111の他方の端面に帰還するループを描く。この磁力線によって、移動体200の磁極220aが吸引されて、ステータ110の鉄心111の端面に近づいていく。複数のステータ110の各電磁コイル112に流す電流を制御することで、逐次、長手方向に移動体200の磁極220aに対し吸引力を移動させることができ、これにより移動体200を直線的に移動させることができる。

なお、図6に示した構成のリニアモータは、移動体200を任意の高さ位置まで浮上させて静止させておく磁気浮上装置としての応用も可能である。

上述した実施形態においても、移動体200、およびステータ110の鉄心111の端面に貼り付けた薄板113を形成する非積層強磁性体としては、JIS規格で400番台が付されたステンレス(電磁ステンレス)が好適である。この他にも、純鉄、鋼、パーメンジュール(Fe50/Co50)等の合金、フェライトなどを適用するこ

とも可能である。ただし、透磁率が高く、耐食性に優れ、渦電流特性が良好で、ガス吸着性が低いという点において、上記電磁ステンレスがもっとも好ましい。

産業上の利用可能性

本発明によれば、ケース内を高真空雰囲気形成することができ、しかも高温下や温度変化の激しい環境下においても十分な耐久性、耐食性を保持することができる。

請 求 の 範 囲

1. ケースと、このケースの内部で移動自在な移動体と、磁力により前記移動体を駆動するステータとを備えたアクチュエータにおいて、

前記ステータは、

前記ケースの外部に装着された鉄心と当該鉄心に巻回された磁気コイルとを含み、磁極を構成する前記鉄心の少なくとも端面が非積層強磁性体で形成され、かつ前記ケースの内壁の一部を形成するように当該ケースの内面に露出しているアクチュエータ。

2. 前記移動体は、前記ケースの内部で回転自在に支持された回転体であり、

前記ステータは、前記回転体を回転駆動するように周方向に一定間隔をおいて前記ケースに配設されている請求の範囲 1 のアクチュエータ。

3. 前記移動体は、前記ケースの内部で直線移動自在であり、

前記ステータは、前記移動体を直線的に駆動するように当該移動方向へ一定間隔をおいて前記ケースに配設されている請求の範囲 1 のアクチュエータ。

4. ケースと、このケースの内部で移動自在な移動体と、磁力により前記移動体を駆動するステータと、前記移動体を非接触にて移動自在に支持する磁気軸受とを備えたアクチュエータにおいて、

前記磁気軸受は、

軸受用電磁石と、前記移動体における前記軸受用電磁石の磁極と対向する部位に設けられた軸受用強磁性体部とを備え、

前記軸受用電磁石は、

前記ケースの外部に装着された鉄心と当該鉄心に巻回された磁気コイルとを含み、

磁極を構成する前記鉄心の少なくとも端面が非積層強磁性体で形成され、前記ケースの内壁の一部を形成するように当該ケースの内面に露出していることを特徴とするアクチュエータ。

5. 前記移動体は、前記ケースの内部で回転自在に支持された回転体であり、

前記ステータは、前記回転体を回転駆動するように周方向に一定間隔をおいて前記ケースに配設されている請求の範囲4のアクチュエータ。

6. 前記回転体は、前記軸受用強磁性体部との間に非磁性体を介在させてある請求の範囲5のアクチュエータ。

7. 前記軸受用電磁石は、前記回転体を軸方向に支持するスラスト電磁石と、前記回転体を径方向に支持するラジアル電磁石とを含み、

前記軸受用強磁性体部は、前記スラスト電磁石の磁極と対向する部位に設けられたスラスト強磁性体部と、前記ラジアル電磁石の磁極と対向する部位に設けられたラジアル強磁性体部とを含む構成である請求の範囲5のアクチュエータ。

8. 前記ラジアル電磁石は、前記回転体の異なる2箇所を径方向に支持する第1、第2ラジアル電磁石を含み、

前記ラジアル強磁性体部は、前記第1ラジアル電磁石の磁極と対向する部位に設けられた第1ラジアル強磁性体部と、前記第2ラジアル電磁石の磁極と対向する部位に設けられた第2ラジアル強磁性体部とを含む構成である請求の範囲7のアクチュエータ

9. 前記回転体は、径方向に複数の磁極が突出したロータ部と、このロータ部と同軸上で軸方向に延びる回転軸部とを含み、当該回転軸部を非磁性体で形成し、

前記第 1 ラジアル強磁性体部を、前記回転軸部の軸方向一端部に設けるとともに、前記第 2 ラジアル強磁性体部を、前記回転軸部の軸方向他端部に設けた請求の範囲 8 のアクチュエータ。

10. 前記回転体のロータ部を塊状の非積層強磁性体で形成するとともに、前記スラスト強磁性体部を前記ロータ部と一体形成した請求の範囲 7 のアクチュエータ。

11. 前記移動体は、前記ケースの内部で直線移動自在であり、
前記ステータは、前記移動体を直線的に駆動するように当該移動方向へ一定間隔において前記ケースに配設されている請求の範囲 4 のアクチュエータ。

12. 前記磁気軸受は、
前記軸受用強磁性体部が塊状の非積層強磁性体で形成されていることを特徴とする請求の範囲 4 のアクチュエータ。

Fig. 1

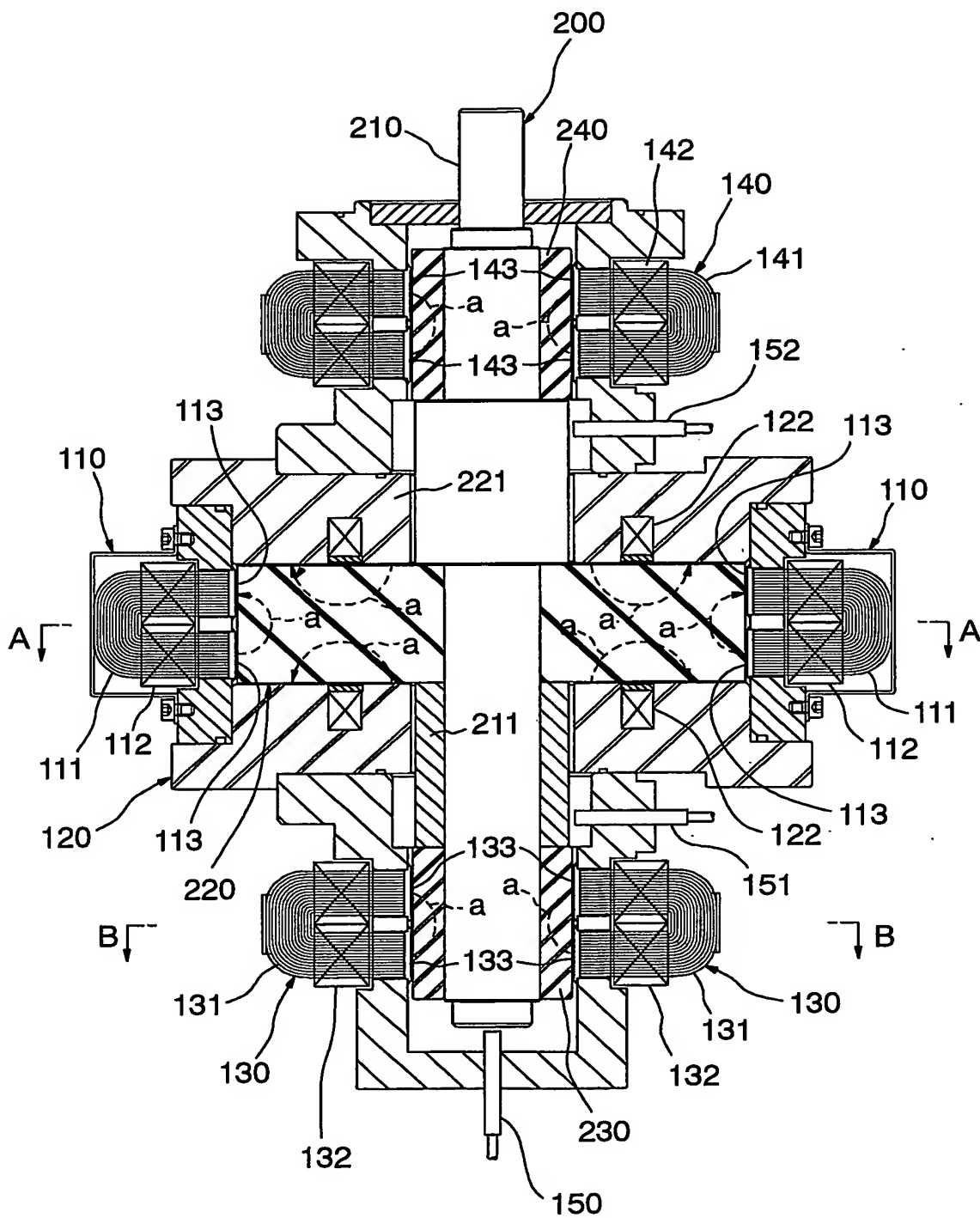


Fig. 2

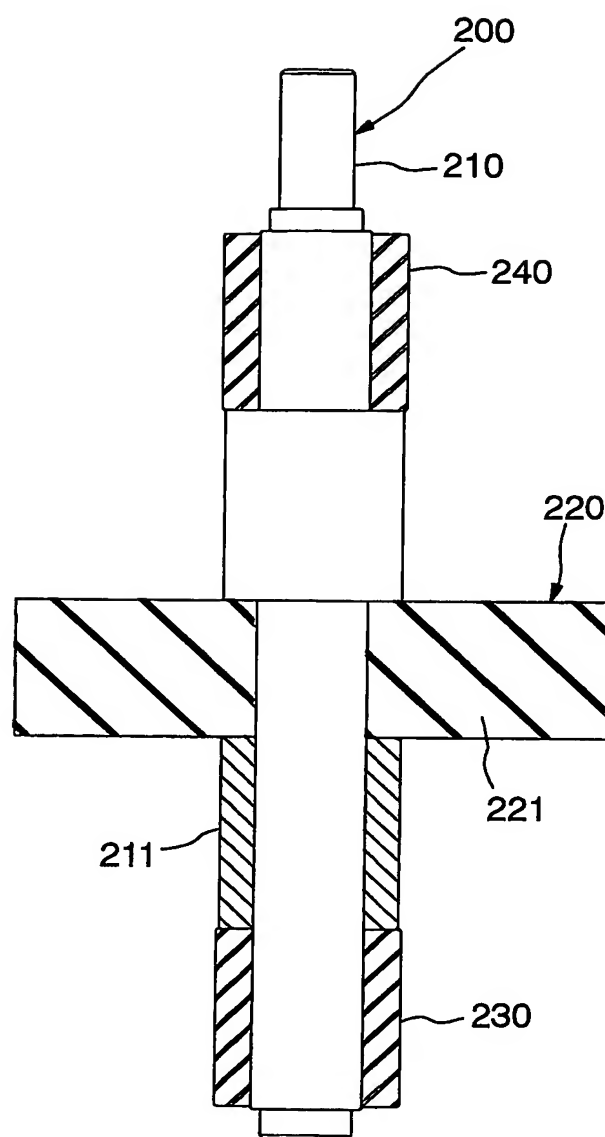
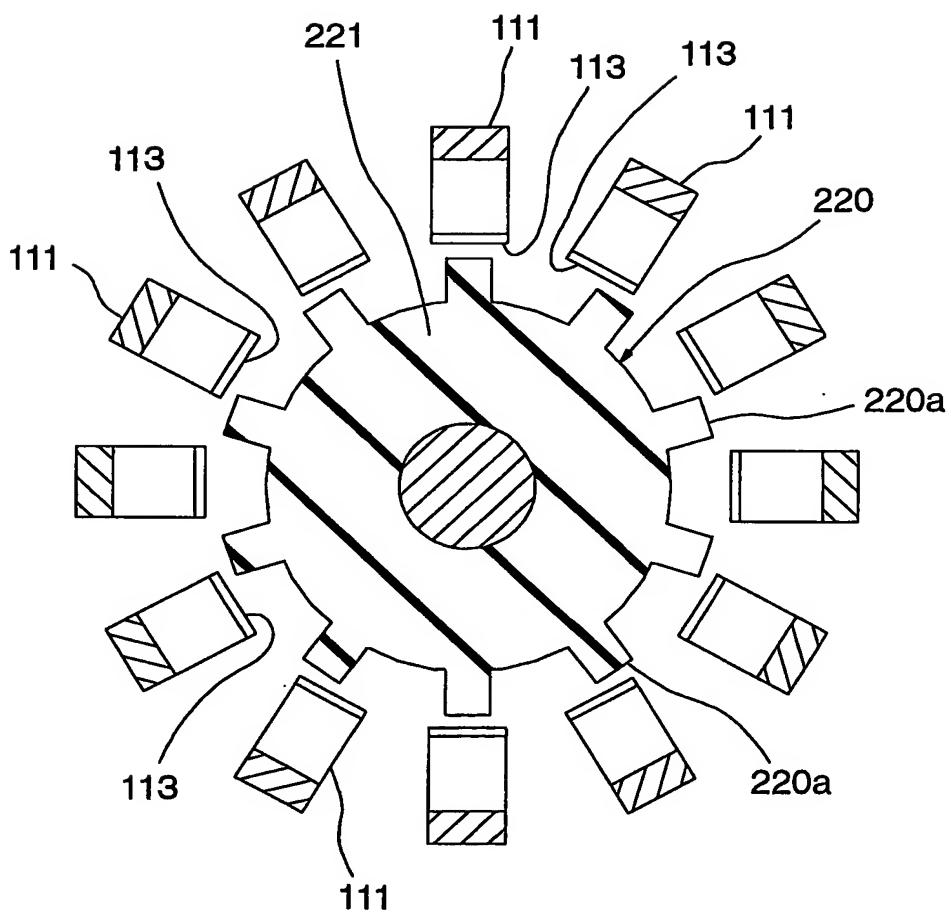


Fig. 4



5/6

Fig. 5

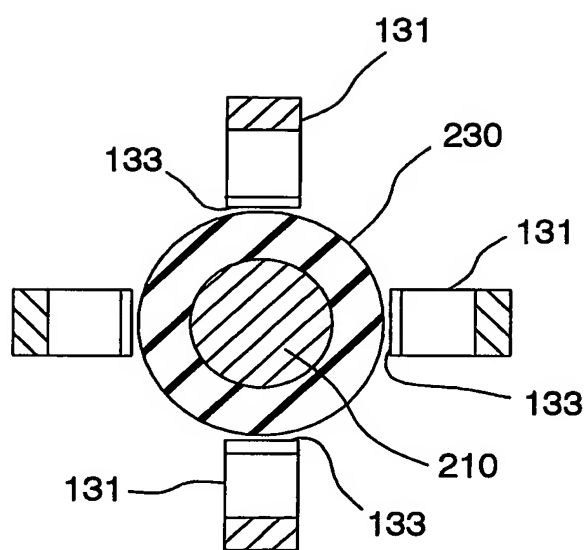
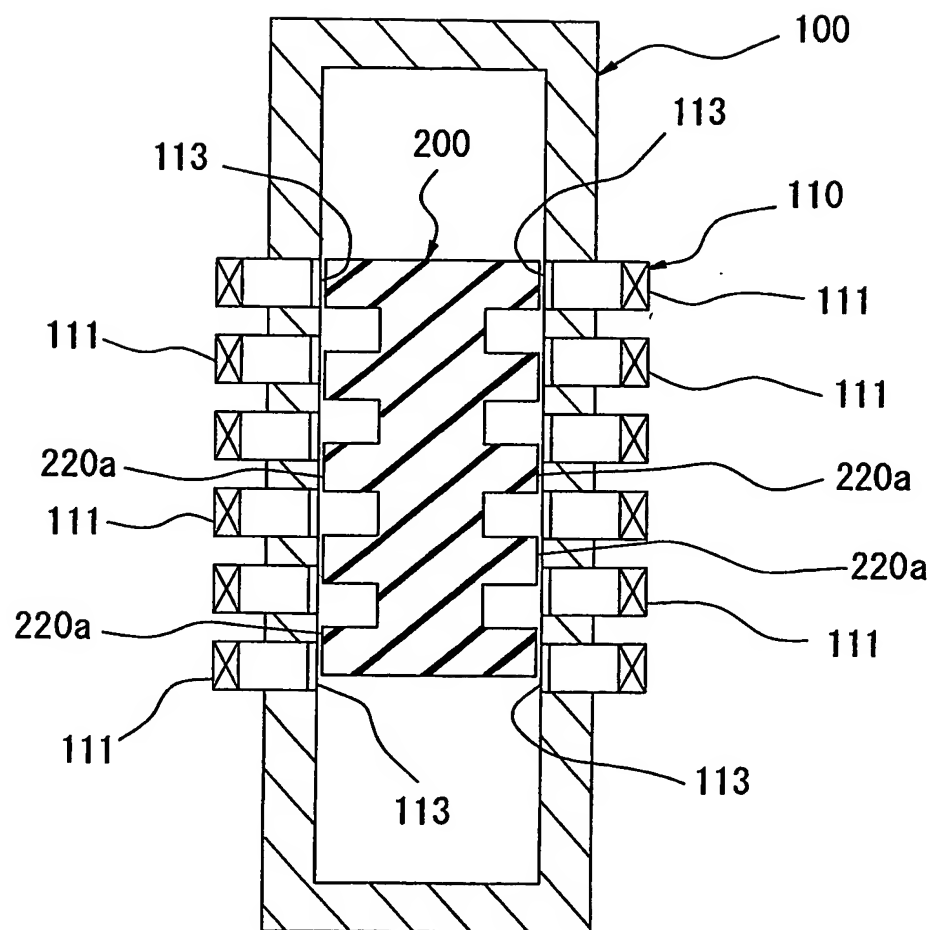


Fig. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010071

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H02K1/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H02K1/12, H02K5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 181981/1980 (Laid-open No. 104777/1982) (NEC Corp.), 28 June, 1982 (28.06.82), Full text; all drawings (Family: none)	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 October, 2004 (08.10.04)

Date of mailing of the international search report
26 October, 2004 (26.10.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010071

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 131367/1989 (Laid-open No. 70076/1991) (Sharp Corp.), 12 July, 1991 (12.07.91), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 6-86576 A (Ebara Corp.), 25 March, 1994 (25.03.94), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 11-351186 A (Ebara Corp.), 21 December, 1999 (21.12.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ H02K1/12		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ H02K1/12, H02K5/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	日本国実用新案登録出願55-181981号 (日本国実用新案登録出願公開57-104777号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (日本電気株式会社) 28.06.1982, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	日本国実用新案登録出願1-131367号 (日本国実用新案登録出願公開3-70076号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (シャープ株式会社) 12.07.1991, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
08.10.2004	26.10.2004	
国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官 (権限のある職員)	3V 9179
日本国特許庁 (ISA/JP)	下原 浩嗣	
郵便番号100-8915	電話番号 03-3581-1101	内線 3356
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 6-86576 A (株式会社荏原製作所) 25. 03. 1994, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	J P 11-351186 A (株式会社荏原製作所) 21. 12. 1999, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12